

26. Rendimiento de Carnot

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

Tema:

El rendimiento relativamente bajo de las máquinas térmicas se debe al hecho de que solo una parte del calor se deja transformar en trabajo. La proporción del calor que se puede convertir en trabajo se llama habitualmente rendimiento de Carnot. Su valor es $\eta = (T_2 - T_1)/T_2$, donde T_2 y T_1 son las temperaturas de los llamados foco caliente y frío respectivamente.

Defectos:

Lo que aparece como particularidad de las máquinas térmicas, no es otra cosa que la expresión de una disparidad de criterios. Consideremos, para comparar, un ejemplo mecánico que ya fue utilizado por Carnot:

Un molino de agua que se encuentra en Bogotá a $h_2 = 2600$ m sobre el nivel del mar, tiene una rueda hidráulica con diámetro $h_2 - h_1 = 5$ m, recibe con cada kilogramo de agua una energía potencial aproximadamente igual a: $m \cdot g \cdot h_2 \approx 26$ kJ, de la cual solo puede utilizar $m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) \approx 50$ J. Por consiguiente, su “rendimiento de Carnot” es $\eta = (h_2 - h_1)/h_2 \approx 0,002$.

El mismo molino, situado en el valle del río Magdalena, es decir, a una altitud de 20 m sobre el nivel del mar, tendría un rendimiento de 0,25. Se ha considerado solamente la energía potencial respecto al nivel del mar, si se hace referencia al centro de la Tierra, el agua en el molino de Bogotá tendría una energía potencial de 31 MJ aproximadamente, y su rendimiento sería bastante insignificante $\eta \approx 1,6 \cdot 10^{-6}$.

Se ve que algo no está bien aquí. Aparentemente el rendimiento de Carnot no tiene nada que ver con el molino, y tampoco con la máquina térmica, sino con la posición de los dos niveles relevantes h_2 y h_1 o T_2 y T_1 –según sea el caso– respecto a un nivel arbitrario de referencia. Se atribuye este rendimiento al objeto equivocado. Sin embargo, estamos tan acostumbrados a medir procesos térmicos y no térmicos con dos patrones tan distintos, que ya no nos perturban esta clase de incongruencias.

Origen:

Sadi Carnot (1796-1832), quien elaboró su teoría antes de la formulación del teorema de la energía, no conocía la magnitud η ; él comparó la máquina de vapor con un molino de agua. Para él, el trabajo resultó en cierto modo de la diferencia de las “energías potenciales” del calor en los depósitos de calor entrante y saliente. Solo la equivalencia limitada entre calor y trabajo, postulada por Clausius, generó la necesidad de tal magnitud.

Eliminación:

En termodinámica, el concepto de rendimiento de Carnot es tan superfluo como en mecánica. Descrito como un molino de entropía, la máquina térmica es tan trivial como el molino de agua.